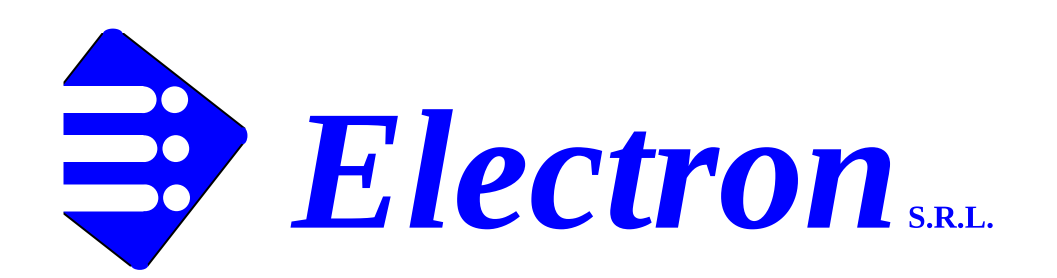


Design
Production &
Trading of
Educational
Equipment

B4210A-B – RECEPTEUR RADIO AM

MANUEL D'INSTRUCTIONS

02/2000

B4210AED99
02/00

B4210A-B RECEPTEUR RADIO AM

-Manuel d'instructions-

SOMMAIRE

1- AVANT-PROPOS

L'unité didactique B4210 est un Récepteur radio AM classique de hautes performances. Il est construit avec des composants discrets dans les étage RF et FI. L'unité didactique a aussi un circuit intégré comme amplificateur de puissance audio.
Le panneau B4210A fonctionne dans la bande 550 - 1650kHz.

L'unité didactique peut être utilisée en cours de télécommunications à niveaux de base et avancés, ainsi qu'en cours de formation professionnelle, pour couvrir les points suivants:

- Etude du fonctionnement du Récepteur AM
- Mesures et calibrage de chaque section du récepteur
- Techniques pratiques de la recherche des pannes.

Cette unité didactique est recommandée pour une utilisation en conjonction avec l'Emetteur AM B4200A, pour mettre en œuvre un système didactique complet de Communications AM.

Se référer à Fig.1 pour le lay-out du panneau.

L'unité didactique est réalisée sur un circuit 153 x 254mm, sur lequel sont montés tous les composants électroniques, de façon qu'ils puissent être clairement identifiés par l'étudiant.
Imprimé sur l'unité didactique il y a un clair Schéma-bloc du système qui permet une facile identification des différents étages. En outre, des points de mesure sont prévus pour l'exécution des expériences.

L'unité didactique a aussi un système incorporé de simulation de pannes: un total de 8 pannes peut être inséré par le professeur en opérant un ou plusieurs des microswitches caché par le couvercle en plastique. Le pannes simulées sont non-destructives et concernent toutes les sections du système. Ils visent à former les étudiants dans les techniques de recherche des pannes.

Le récepteur comprend:

- Antenne Loopstick
- Oscillateur local RF/mélangeur
- Amplificateur FI à trois étages avec Contrôle AGC
- Détecteur démodulateur à diode avec générateur d'AGC
- Amplificateur audio Intégré avec commandes de tonalité et de volume
- Système de simulation des pannes, couvrant toutes les sections du récepteur, activé par microswitches cachés.

L'unité didactique nécessite une alimentation stabilisée externe +15V.

B4210A - AM RADIO RECEIVER

FAULT SIMULATOR

J1
μP CONTROL

GND +15V

ANTENNA

C1

ANTENNA

INPUT
RF FILTER

TUNING
MW RANGE
550-1650kHz

LOUDSPEAKER

+V R20 +V

JP3 JP4

LOCAL OSCILLATOR+MIXER

C5 C3 R1 R4 L1 C4 TR1 X1 C2 R2 R3

GND

IF AMPLIFIER

C6 R5 L2 R6 R7 L3 R10 R11 L4 R8 C7 C8 TR2 R12 C10 C11 TR3 X2 JP1 JP2 R9 C9 R13 C12

GND

ACC

DETECTOR

C16 D2 R16 D1 X3 C13 R14 C14 R15

GND

TONE+VOL CONTROL

P1
VOLUME

X4 X5 R17 C15 C17

P2
TONE

AUDIO AMPLIFIER

D3 C24 C19 U1 C22 X6 R18 C20 R19 C18 C21 C23

GND

RAMBF1

FIG.1 - OUTLINE OF THE B4210A-B BOARD

2 - DESCRIPTION GENERALE

Se référer encore à la Fig.1 pour le lay-out de l'unité didactique. La suivant Fig.2 montre le schéma électrique du récepteur et la Fig.3 son schéma-bloc. L'utilisation conjointe de l'information de la Fig.2 et 3 permet de comprendre parfaitement le fonctionnement du système, tandis que la Fig.1 fournit un moyen de localiser physiquement les différentes parties du récepteur.

C'est un typique récepteur superhétérodyne de radiodiffusion AM. Le mélangeur et l'oscillateur local sont les clés de l'action superhétérodyne. Ceux-ci convertissent le Signal RF sélectionné à une fréquence fixe pour une amplification supplémentaire. Dans ce cas la fréquence fixe est 455 KHz qui est couramment utilisée comme fréquence intermédiaire ou IF.

Pour convertir le Signal RF entrant à 455 KHz, le RF doit être mélangé ou hétérodyné avec un signal généré localement qui se trouve exactement 455 KHz au-dessus ou au-dessous de la fréquence porteuse. En d'autres termes, la différence entre le Signal RF sélectionné et l'oscillateur local doit être 455 KHz.
Dans le récepteur B4210A l'oscillateur local est réglé au-dessus du signal entrant, pourtant, si la fréquence désirée est de 1000 KHz, la fréquence de l'oscillateur local devra être réglée à exactement 1000 + 455 = 1455 KHz.

La section front-end RF de ce panneau est l'arrangement classique antenne loopstick et oscillateur local.
L'étage du transistor TR1 effectue les fonctions combinées d'oscillateur local, Amplificateur RF, Mélangeur/Convertisseur. TR1 a en effet un circuit résonant réservoir dans sa ligne d'alimentation de collecteur. Ce circuit peut résonner à une fréquence déterminée par l'inductance de L1 et la capacité du Condensateur variable CV4. Une fraction du signal du circuit réservoir est renvoyée par C4 à l'émetteur de TR1, d'une manière qu'il oscille.
L'oscillateur travaille dans la gamme de 960KHz à 2150KHz environ.

La bobine d'antenne est accordée à la fréquence de réception désirée par CV2. Le signal capté par l'antenne est appliqué au circuit de base de TR1 et est pourtant simultanément amplifié et mélangé avec le signal de l'oscillateur local.
Noter que CV4 et CV2 sont couplés mécaniquement de façon que la différence entre la fréquence de l'oscillateur et la fréquence de résonance de l'antenne se maintient constante tout au long de la bande.

Les amplificateurs FI sont en effet des Amplificateurs RF à accord fixe. Ceci assure à la fois un gain élevé et une bande passante étroite, ce qui signifie une meilleure sensibilité du récepteur. Depuis qu'ils sont à accord fixe, leur gain et leur bande passante sont constants. Chaque étage de L'amplificateur FI est réglé à la fréquence intermédiaire.
Le premier Amplificateur FI se compose de TR2 et L3; la fréquence de résonance de cet étage est déterminée par le réglage de L3, tandis que son gain est déterminé par la polarisation c.c. de la base de TR2. La capacité de régler le gain de cet étage est

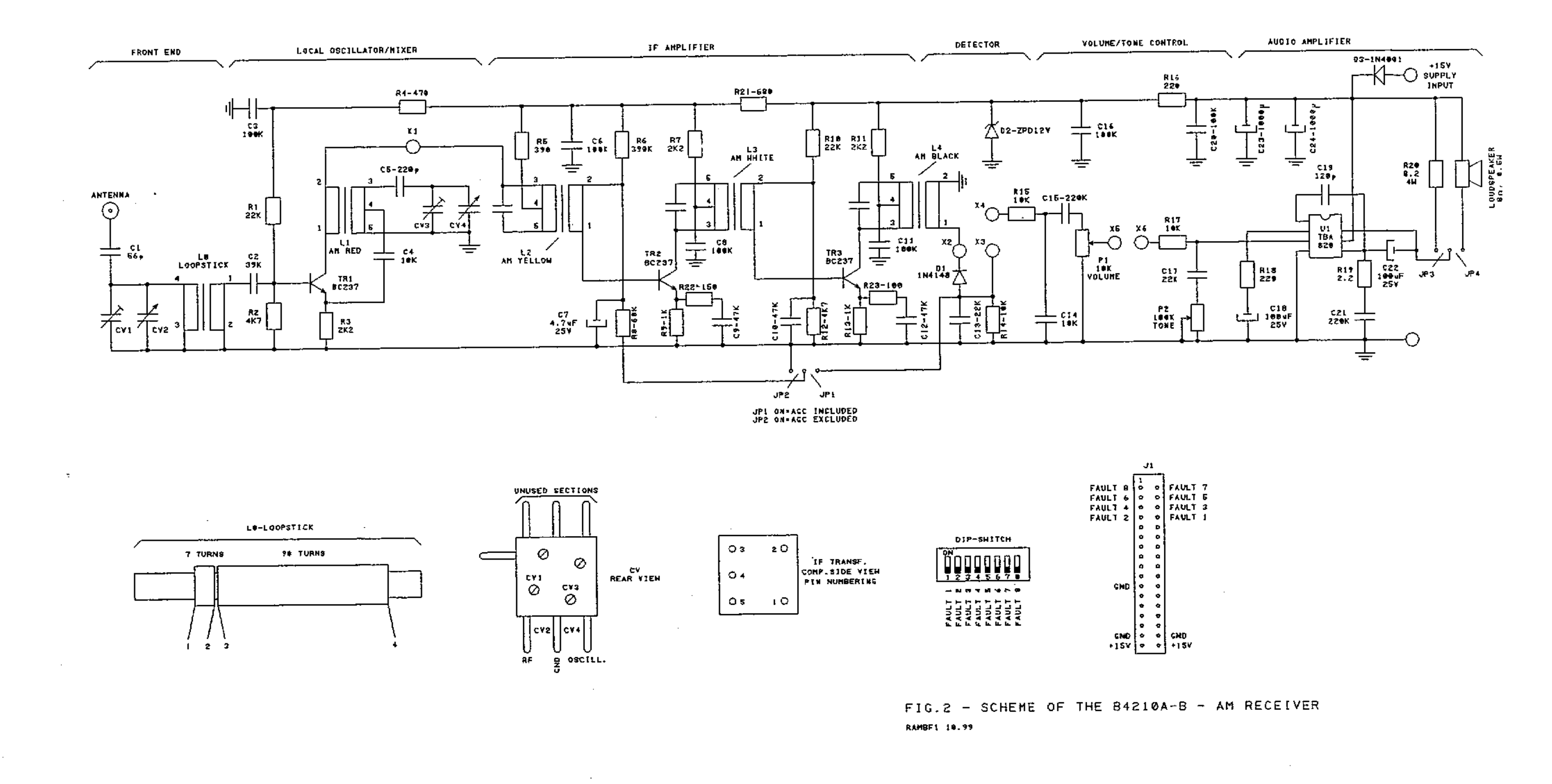
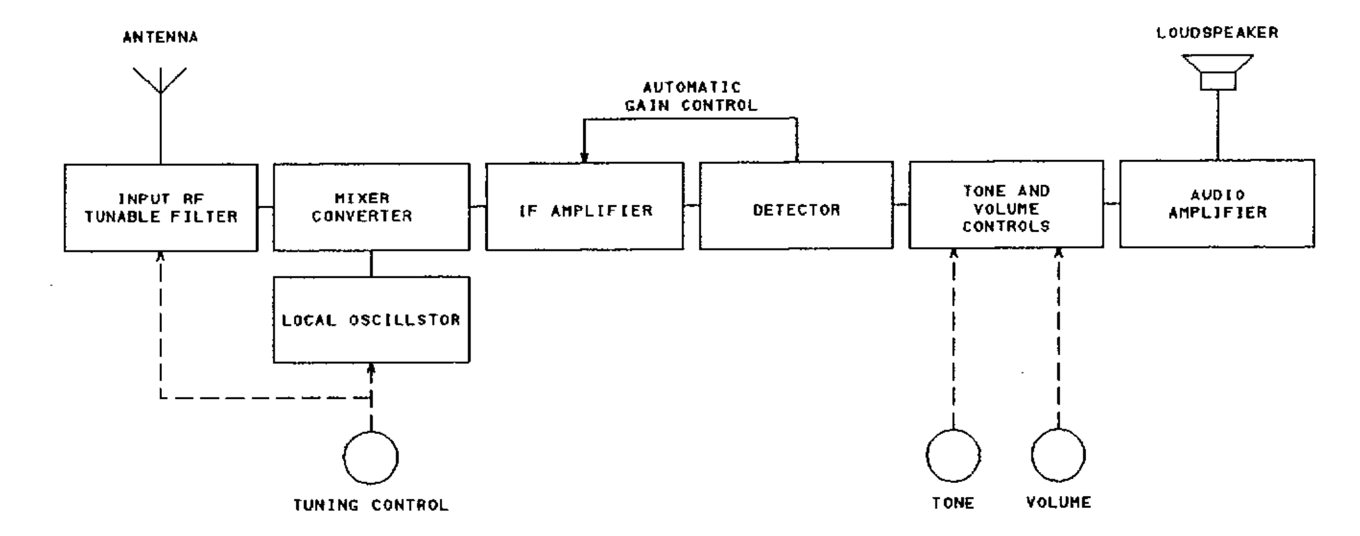


FIG.2 - SCHEME OF THE B4210A-B - AM RECEIVER

RAMBF1 10.99



RAMBF3

FIG.3 - BLOCK DIAGRAM OF AN AM RECEIVER

utilisé pour mettre en œuvre un système de Contrôle Automatique du Gain pour l'amplificateur FI.
L'AGC peut être compris ou exclu par le réglage de JP1 ou JP2.

JP1 inséré = AGC compris.
JP2 inséré = AGC exclu.

Le secondaire de L3 pilote la base de TR3, le deuxième Amplificateur FI.
L4 est la charge de collecteur de TR3 et détermine la fréquence de résonance de cet étage, qui est alignée à celle du précédent.
Le secondaire de L4 pilote directement la section du détecteur à diode.

Le fonctionnement du détecteur d'enveloppe est fondé sur la diode D1, le condensateur C13 et la résistance R14. C13 est chargé à l'amplitude de crête négative de la porteuse en chaque cycle de l'onde AM, tandis que R14 le décharge entre les crêtes successives, permettant ainsi à la tension aux bornes de C13 de reproduire l'enveloppe de l'onde AM.
Les valeurs relatives de C13 et R14 sont importantes pour une reproduction sonore de bonne qualité.

L'étage détecteur non seulement délivre un signal audio qui est amené à la section des commande de tonalité et de volume, mais génère aussi le signal de AGC qui est utilisé pour contrôler le gain de TR2 (1er Amplificateur FI).
Le signal de pilotage AGC est créé en filtrant la composante audio produite par D1, au moyen de C7. Le résultat est une tension continue variable qui est inversement proportionnelle au niveau moyen de la porteuse reçue.

Le réglage de tonalité P2 est connecté à un simple filtre passif qui permet la correction de la gamme des fréquences du signal audio.
Le signal audio égalisé est amené au potentiomètre de réglage du volume P1, dont la sortie est appliquée à l'amplificateur de puissance audio.

L'amplificateur de puissance utilisé dans cette unité didactique est le TDA820 CI qui est un des circuits intégrés les plus populaires à cet effet; il produit environ 1W de puissance audio en un haut-parleur de 8Ω.

3 - SOMMAIRE DES POINTS DE REGLAGE

Voici le sommaire de tous les points de commande et de réglage, pour une référence simplifiée:

CV2 - Syntonisation du filtre RF du front-end
CV1 - Trimmer en parallèle à CV2 pour permettre d'établir bonnes conditions de suivi entre la fréquence du signal d'antenne et la fréquence de l'oscillateur local
L1 - Fréquence de l'oscillateur local
CV3 - Trimmer de la fréquence de l'oscillateur local. Fonction similaire à CV2.
CV4 - Fréquence de l'oscillateur local
L2 - 1er transformateur IF
L3 - 2ème transformateur IF
L4 - 3ème transformateur IF
P1 - Commande de tonalité
P2 - Commande de volume

4 - EXERCICES

EXERCICE No. 1: FONCTIONNEMENT DE BASE DE L'UNITE DIDACTIQUE

Description

Cette expérience consiste à préparer et faire fonctionner le système dans le but de familiariser l'étudiant avec le récepteur et d'aider à identifier clairement les différentes sections. La Fig.4 montre comment connecter le panneau.

Procédure

- Vérifier que JP1 est inséré afin d'inclure le contrôle automatique du gain de l'étage FI.

- Insérer le cavalier JP4 pour connecter le haut-parleur à la sortie de l'amplificateur audio et enlever JP4 pour débrancher R20, la charge fictive.
  Connecter X3 à X4 et X5 à X6

- S'assurer que les microswitches du simulateur de pannes sont positionnés à exclure toute panne simulée. La correcte position pour ces derniers est tous "OFF".

  Le connexion d'une antenne à la prise du récepteur n'est pas obligatoire mais peut aider en zones où la puissance du signal AM est très faible.

- Connecter les prises +15V et MASSE à l'alimentation.
  Mettre sous tension.

  Accorder une station actionnant la poignée du Condensateur variable et régler le volume et tonalité par P1 et P2.

RAMBF4

SET JP1, JP4 ON
JP2, JP3 OFF

FIG.4 - CONNECTIONS TO PERFORM TO OPERATE THE PANEL

EXERCICE No. 2:   LE CIRCUIT DE CONVERSION AUTODYNE

Description:

La Figure 5 montre les étages d'entrée du récepteur B4210A. Dans ce circuit, le transistor TR1 effectue la double fonction d'oscillateur local et de mélangeur.
L'élément clé du circuit est le transformateur L1. Le primaire de L1 accouple le signal de collecteur de TR1 au secondaire, qui résonne à la fréquence déterminée par une section du condensateur variable (CV4).
C4 accouple puis les oscillations induites sur le secondaire de L1 à l'émetteur de TR1. Le transistor amplifie le signal et la contre-réaction continue de L1 soutient les oscillations. Pourtant TR1 fonctionne comme un Oscillateur d'Armstrong.

Quand un signal est présent à l'antenne, le signal est soumis à une première sélection au moyen de L0, le loopstick résonant avec une autre section du condensateur variable (CV2). Le signal est puis amené à la base de TR1 et mélangé avec le signal de l'oscillateur local.
La sortie de TR1 est filtrée par L2 qui est accordé à la fréquence intermédiaire. Par conséquent le signal de différence est séparé et appliqué à l'étage FI.
Ce type de circuit est le plus diffusé dans les récepteurs AM commerciaux.

Instruments requis

- Oscilloscope double trace
- Générateur de signaux modulés en AM
- Compteur de fréquence

Procédure

– Connecter les instruments comme montré en figure 6.
  Pour assurer une atténuation suffisante entre la sortie du générateur de signaux et l'entrée du récepteur on ne doit pas établir une connexion directe. Simplement torsader ensemble le fil de sortie du générateur de signaux et le fil utilisé comme l'antenne du récepteur.
  S'assurer qu'une connexion électrique directe est évitée.

– Régler le générateur pour une fréquence porteuse de 1MHz modulé avec un signal de 1KHz environ. Accorder le récepteur à la fréquence correcte afin que le ton soit clairement audible dans le haut-parleur.

– Mesurer la fréquence intermédiaire à laquelle le panneau est réglé en connectant le fréquencemètre à la cathode de la diode D1, la diode détectrice d'enveloppe, ou à la prise X2 (voir Fig.6 pour localiser X2).

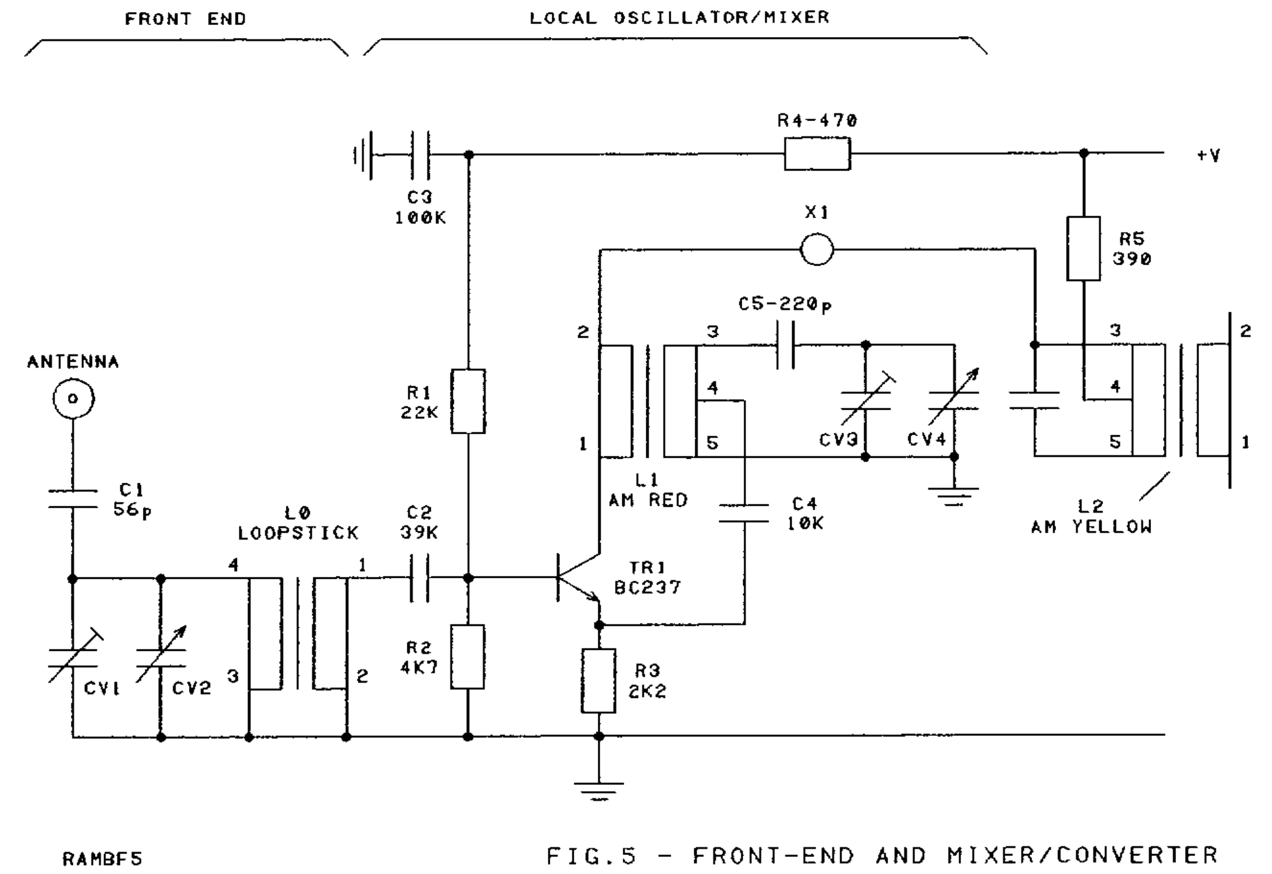
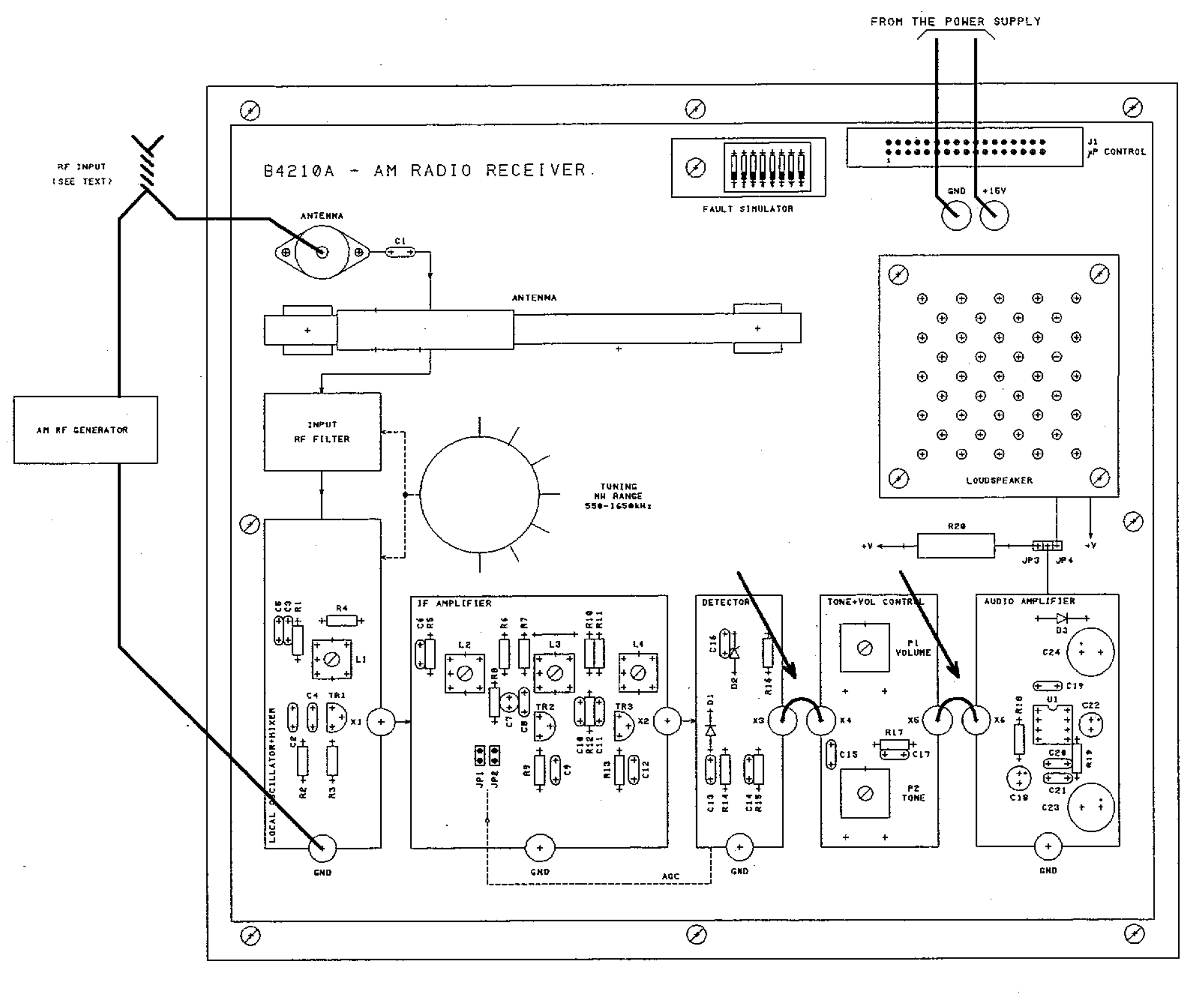


FIG.5 - FRONT-END AND MIXER/CONVERTER



RAMBF6

SET JP1, JP4 ON
JP2, JP3 OFF

FIG.6 - SETUP FOR THE EXPERIMENT OF WORKSHEET N.2

- En principe la valeur de la fréquence intermédiaire peut être mesurée en tous les étages précédents, toutefois la mesure du signal à ce point du circuit signifie qu'un signal de plus haut niveau est disponible, ce qui simplifie la procédure.
  La fréquence peut varier de 455 à 475 KHz selon les conditions de réglage de l'unité didactique à l'essai.

- Mesurer la fréquence de l'oscillateur local en connectant un fréquencemètre (ou un oscilloscope) à l'émetteur de TR1 (en haut de la résistance R3) ou à X1 si aucune antenne est connectée.

- Vérifier que la fréquence de l'oscillateur local soit égale à la valeur de la fréquence intermédiaire plus la fréquence du signal reçu (MHz), comme mentionné précédemment dans le manuel.

- Compléter l'étude des étages d'entrée du récepteur par l'examen et la discussion des formes d'onde apparaissant aux points plus importants du circuit.

EXERCICE No. 3: AMPLIFICATEURS FI

Description

Un Amplificateur FI est tout simplement un Amplificateur RF accordé à une fréquence nominale de 455 KHz, (une gamme de fréquences de 450 à 475 KHz est acceptable) comme mentionné précédemment.
La Figure 7 montre le schéma de l'amplificateur FI de l'unité didactique.

Chaque étage FI a les entrées et les sorties accouplées par transformateurs sélectifs, qui sont réglables au moyen d'un noyau magnétique à vis.

L'amplificateur FI est pourvu d'un système de contrôle automatique du gain, ce qui signifie que le gain est automatiquement réglé par le niveau moyen de signal reçu.
C'est pour s'assurer que signaux de stations fortes ne saturent pas l'étage FI et que signaux de stations faibles aient une amplification suffisante.

Les performances de l'amplificateur FI sont considérablement responsables de la performance globale du récepteur dans ce qui concerne sélectivité, sensibilité, rejection de l'image et bande passante.

Instruments nécessaires

- Oscilloscope
- Générateur de signaux modulés en AM
- Fréquencemètre

Procédure

On suppose que le récepteur soit bien calibré. Si ce n'est pas le cas, à cause des précédentes leçons, l'exercice dédié à la procédure de réglage devrait être exécuté en premier.

La première partie de l'exercice consiste à enregistrer la caractéristique de bande passante de l'amplificateur FI:

- Connecter le Générateur AM à l'entrée d'antenne comme décrit dans l'exercice précédent (voir Fig.6)

- Connecter la sonde de l'oscilloscope à l'anode de D1 et régler pour un temps de 1ms/cm et une déflexion verticale de 100 mV/cm.

- Vérifier que le Contrôle AGC est en fonction en insérant JP1.

- Régler le générateur pour produire une porteuse de 1MHz, modulée à 50% avec un signal de 1kHz et accorder le récepteur à la fréquence correcte.

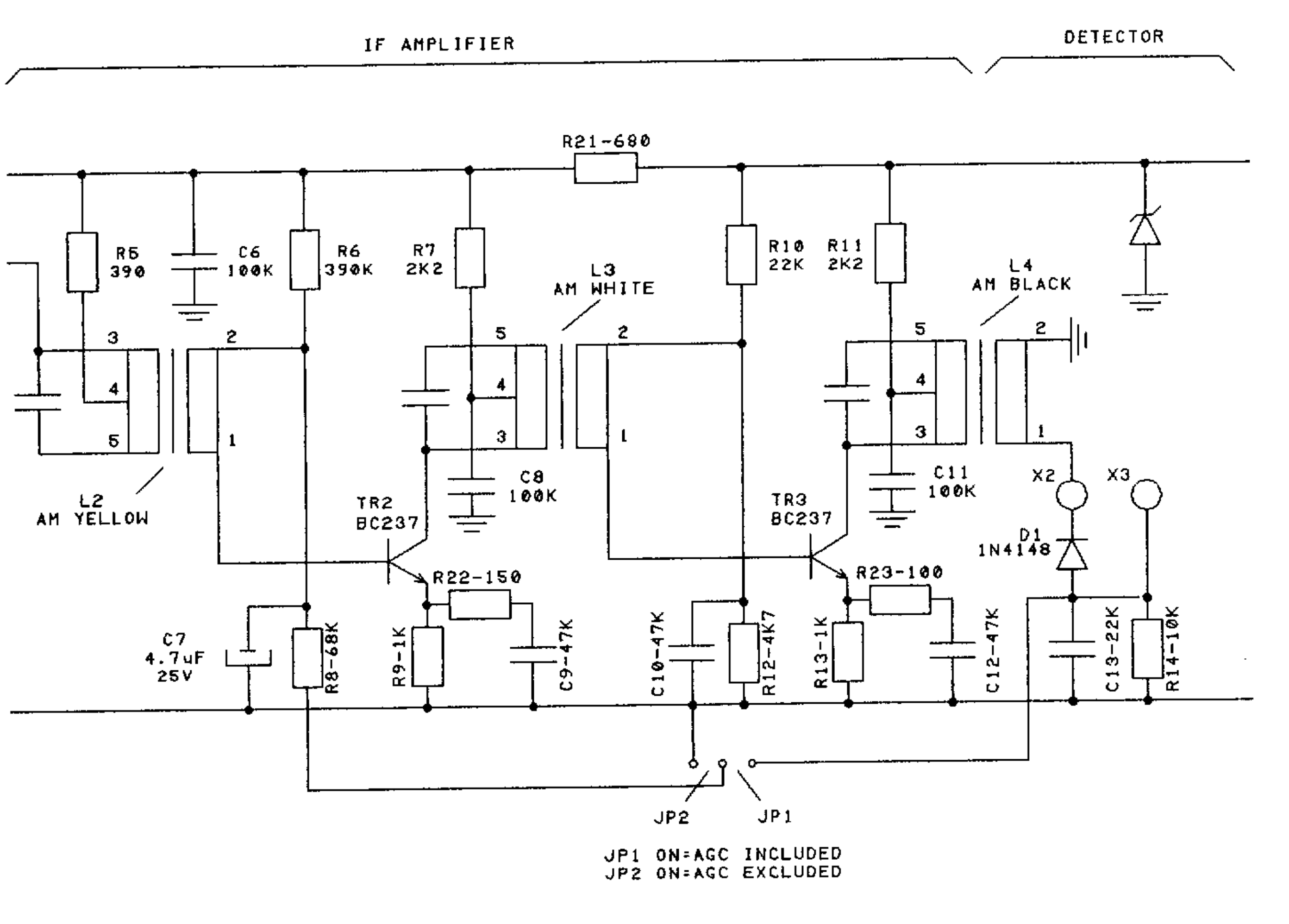


FIG.7 - THE IF AMPLIFIER OF THE AM RECEIVER

RAMBF7

Une tension continue négative sera développée à l'anode de D1, avec le ton démodulé superposé.

- Régler le niveau du générateur pour s'assurer que l'AGC puisse travailler dans le milieu de sa gamme.

- Faire varier la fréquence du signal modulant de 0 à 10 KHz s'assurant que l'amplitude et la fréquence de la porteuse soient constantes.
  Mesurer l'amplitude du signal démodulé (crête à crête) pour chaque valeur de la fréquence de modulation.

  Le raison de maintenir un niveau constant de la porteuse est de s'assurer que l'AGC fonctionne correctement pendant les mesures.

  Le résultat attendu devrait être (à l'exception de fréquences modulantes très basses) une réponse en fréquence pratiquement plate jusqu'à environ 3KHz, puis une baisse progressive mais rapide quand la fréquence augmente.

  Tracer la courbe des résultats. La valeur de l'amplitude de sortie devrait être référée à la valeur de crête du signal.

  La deuxième partie de l'exercice concerne l'enregistrement des caractéristiques de l'AGC.

- En utilisant la même configuration ci-dessus (signal du générateur AM appliqué à l'entrée d'antenne et l'oscilloscope sur l'anode de D1).

- Faire varier l'amplitude du signal d'entrée et mesurer et enregistrer le niveau de sortie du démodulateur.
- La tension continue produite à la sortie du démodulateur devrait aussi être enregistrée. Les valeurs minimum et maximum de cette tension déterminent les limites de fonctionnement de l'AGC.

EXERCICE No. 4: L'AMPLIFICATEUR AUDIO ET LA COMMANDE DE TONALITE

Description

L'amplificateur audio du panneau B4210A est construit autour d'un CI monolithique, le TBA820, communément utilisé en récepteurs commerciaux. Les caractéristiques de cet amplificateur devraient être enregistrées dans cette expérience.
La Figure 8 montre le schéma de cette partie de l'appareil.

Instruments nécessaires

- Générateur basse fréquence
- Oscilloscope

Procédure

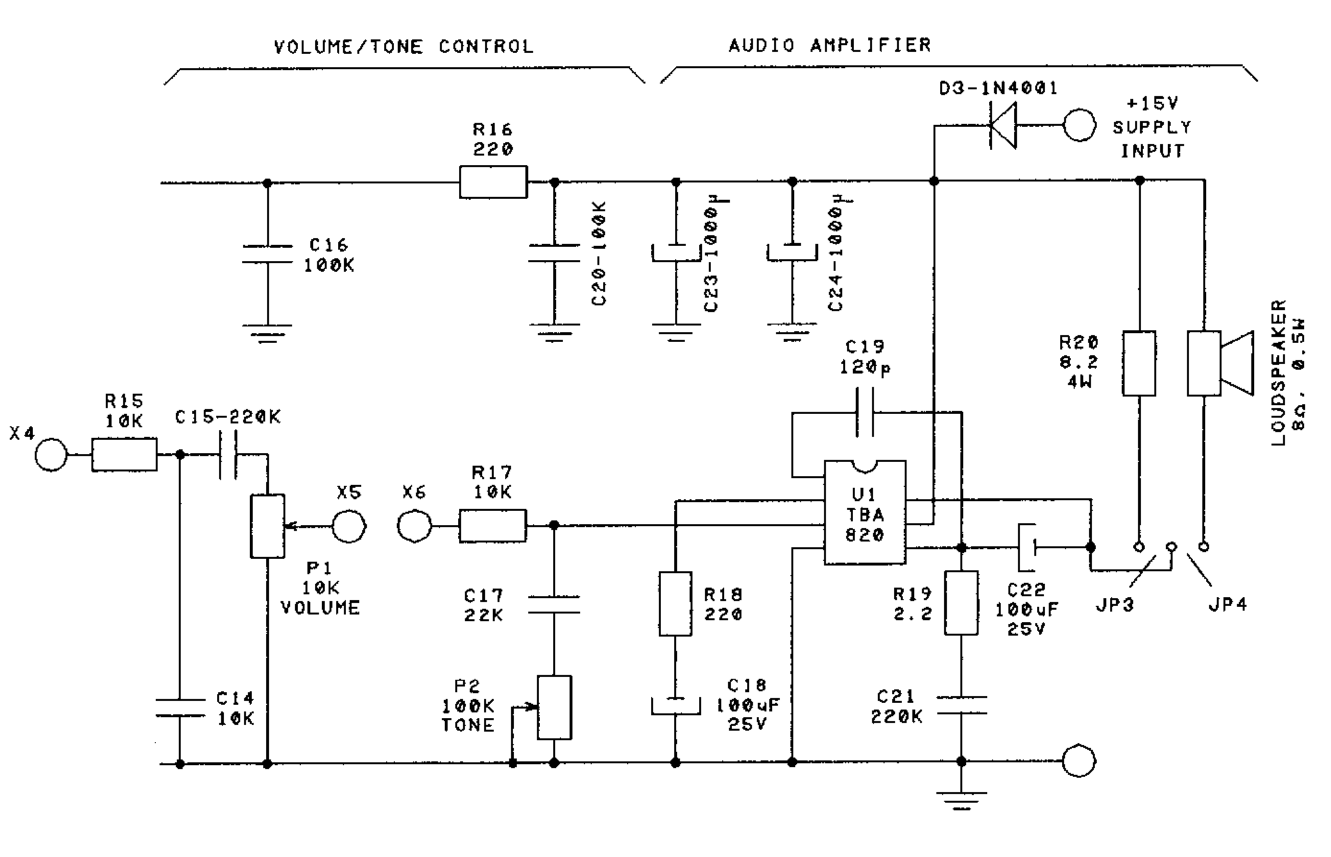
L'amplificateur audio peut être débranché du démodulateur du récepteur en enlevant le cavalier de X3 et X4 (se référer à Fig.9 pour localiser ces points). Le signal provenant d'un générateur externe peut alors être appliqué à X4 pour tester l'amplificateur. Voir la Fig.9 pour la configuration recommandé.

Pour éviter le bruit excessif, le haut-parleur peut être débranché en enlevant JP4.
Pour rétablir les conditions de fonctionnement correct pour l'amplificateur (qui ne devrait pas être utilisé sans une charge appropriée), mettre JP3 pour connecter la charge fictive intégrée R20.

L'expérience consiste à enregistrer point par point la réponse en fréquence de l'amplificateur audio pour différentes positions de la poignée de la commande de tonalité. Au moins trois positions de la commande de tonalité devraient être utilisées (minimum, centre et maximum).

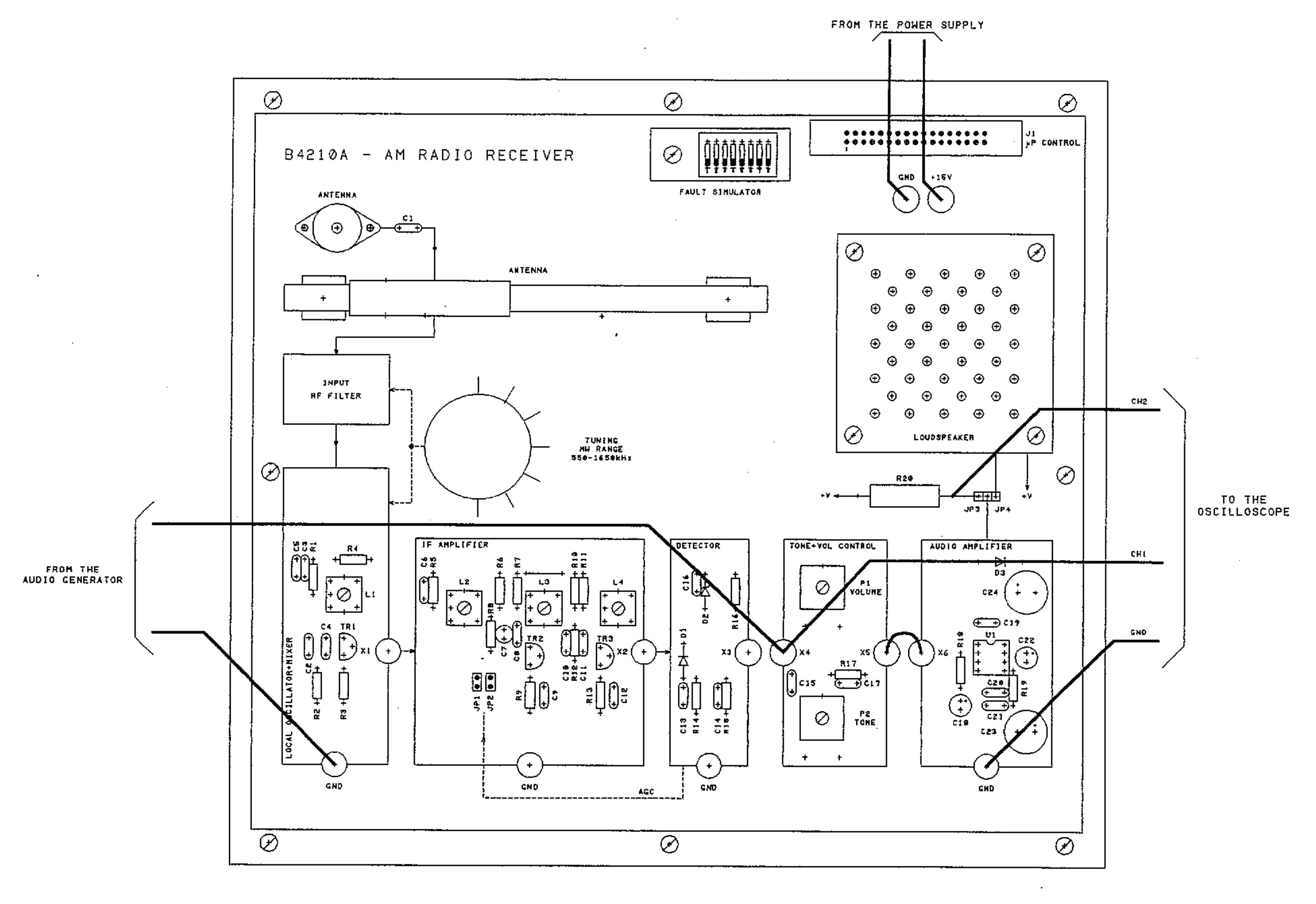
La gamme de fréquence à explorer devrait être de 100Hz à 10kHz.
Pendant cet essai maintenir une amplitude d'entrée constante de 50 mVpp et la commande de volume au max.
L'amplitude crête à crête de sortie sur la charge (R20) devrait être enregistrée à chaque point de mesure et les résultats tracés sur un graphique.

Le courbes relatives aux trois positions de la commande de tonalité devraient être tracées sur le même graphique pour une référence facile.



RAMBF8

FIG.8 - THE AUDIO SECTION OF THE RECEIVER



RAMBF9

SET JP3 ON
JP4 OFF
JP1,2: DON'T CARE

FIG.9 - SETUP FOR THE EXPERIMENT OF WORKSHEET N.4

EXERCICE No. 5: REGLAGE DU RECEPTEUR

Instruments nécessaires

- Générateur AM
- Oscilloscope

Procédure

- Appliquer un signal AM, avec une fréquence porteuse de 550 KHz modulée à 50% avec un ton de 1kHz.
  Une fois plus coupler la sortie du générateur à l'antenne du récepteur comme décrit dans les exercices précédents.

- Mettre la poignée d'accord à fond dans le sens antihoraire (extrémité inférieure de la plage de syntonisation).

- Connecter la sonde de l'oscilloscope à l'anode de D1 ou X3. Régler l'oscilloscope pour 0.1V/cm et une base de temps de 1ms/cm.
  Déplacer le noyau de la bobine de l'oscillateur (L1), pour s'accorder sur le signal d'entrée.

- Régler la fréquence porteuse à 1560 KHz et la poignée d'accord complètement horaire.
  Si le signal produit par le générateur n'est pas trouvé, ou il est reçu bien avant la fin de la course de la poignée d'accord, régler le trimmer capacitif CV3 (section oscillateur) de CV, le condensateur variable d'accord. Pour faire cela il faut enlever le capot arrière du panneau.
  Noter que cette situation n'est pas probable à se poser parce que l'unité didactique a déjà été essayé et réglée avant de la livraison, toutefois le réglage pourrait été changé à cause des leçons précédentes. Voir la Fig.2 pour localiser CV3 sur l'arrière du condensateur variable. Une fois réglé CV3 vérifier que l'extrémité inférieure de la plage de syntonisation (550KHz) est encore réglée correctement.

- Régler le générateur à 1/2 de la bande petites ondes (pour exemple 1MHz), en utilisant le même signal modulant comme avant (50% de modulation à 1 KHz).
  Accorder le récepteur à cette fréquence, enlever le cavalier JP1 (AGC) et mettre JP2.
  Si nécessaire réduire la sortie du générateur pour éviter la saturation de la FI.

  Maximiser la sortie de la FI en réglant de manière cyclique L4, L3, L2, dans cet ordre.
  Surveiller la tension à X3. La meilleure condition est d'avoir le signal démodulé maximum avec le niveau continu négatif maximum.

Puisque le gain de la FI est au maximum, faire attention à l'instabilité possible en travaillant sur L4, L3 et L2. Si l'instabilité se produit il peut être nécessaire de réduire progressivement l'amplitude du générateur RF.

- Remettre JP1 et compléter le réglage de la FI au maximum avec l'AGC inséré.

- Enlever le générateur et connecter un morceau de fil comme antenne si nécessaire. Accorder une station, puis régler le condensateur variable CV1 (section RF) de CV pour le maximum (négatif) de la sortie continue et la meilleure linéarité du signal audio.

  Noter que le réglage de CV1 peut être pas nécessaire (comme mentionné ci-dessus), si ce trimmer n'a pas été réajusté dans les leçons précédentes.

  Le récepteur est maintenant prêt à être utilisé avec des signaux de diffusion réelle. Accorder à travers la bande et étudier comme l'AGC fonctionne avec stations fortes et faibles.

  Ecouter la qualité du signal audio dans le haut-parleur dans les conditions ci-dessus.

5. SIMULATION DE PANNES

Un total de 8 pannes sont simulables sur l'unité didactique B4210A. Chaque panne est insérée en opérant un des microswitches cachés sous le couvercle en plastique au sommet de l'unité.

L'insertion des pannes par PC est possible (OPTION).

La localisation des défauts par l'étudiant devrait être effectuée en trois étapes fondamentales:

1 - Observation du symptôme de la panne
2 - Génération d'une idée de la cause de la panne
3 - Exécution de mesures et de tests pour localiser la cause de la panne

L'étudiant aura évidemment besoin d'une très bonne compréhension du système afin de localiser une panne efficacement. La recherche des pannes fondée sur un essai de deviner sans aucune réflexion logique produit rarement des bons résultats.

Il devrait être noté que le pannes sont seulement simulées, de sorte qu'une simulation de panne d'une résistance, si cherchée avec un testeur, ne peut pas être trouvé parce que en effet la résistance est en ordre.

NE JAMAIS UTILISER UN OHMMETRE SUR UNITES ALIMENTEES!

6 – LISTE DES PANNES SIMULABLES (pour l'utilisation de l'instructeur seulement)

MICROSWITCH	POSITION NORMALE	EFFET
1	N/O	Court-circuit à la masse de la base de TR1, l'oscillateur/mélangeur RF. L'accord n'est pas possible.
2	N/O	Court-circuit à la masse à l'entrée du signal d'antenne – Le signal RF reçu est très faible.
3	N/O	Court-circuit à la masse à la jonction de R6, R8 – Aucune amplification du 1er étage FI.
4	N/O	Court-circuit à la masse à la jonction de R10, R12 – Aucune amplification du 2ème étage FI.
5	N/O	Court-circuit à la masse de la sortie de l'étage détecteur – Aucune sortie audio est possible (sourdine)
6	N/O	Court-circuit à la masse à l'entrée de la section commande de volume – Aucune sortie audio ne se produit.
7	N/O	Court-circuit à la masse de la commande de volume – Aucune sortie audio ne se produit.
8	N/O	Court-circuit à la masse à l'entrée d'U1 (amplificateur de puissance audio) – Aucune sortie audio n'est possible.

La position des pannes peut être trouvée en faisant référence à la Fig.10.

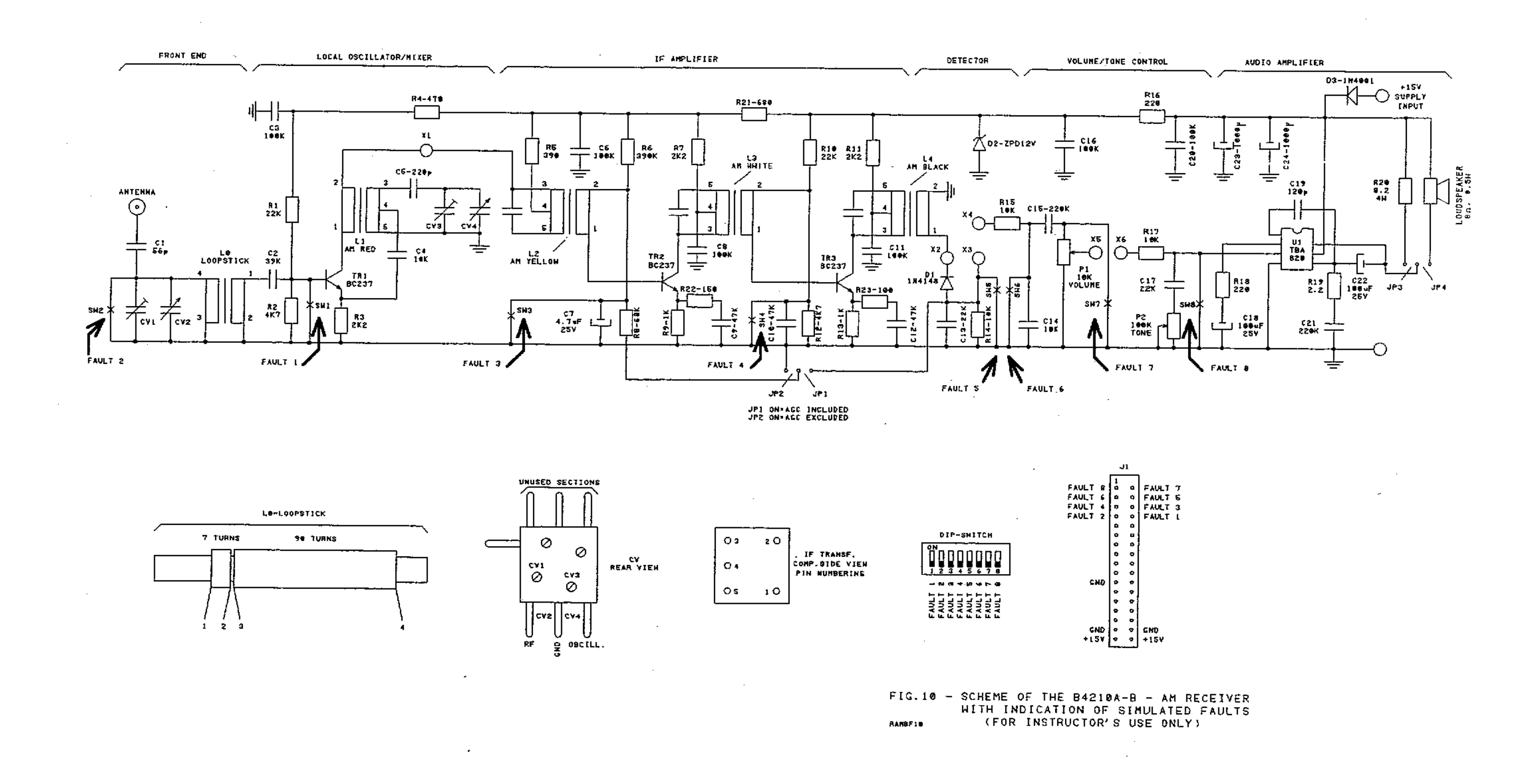


FIG.10 - SCHEME OF THE B4210A-B - AM RECEIVER WITH INDICATION OF SIMULATED FAULTS (FOR INSTRUCTOR'S USE ONLY)